

## HEAT EXCHANGING ELEMENT

**Publication number:** JP8145587

**Publication date:** 1996-06-07

**Inventor:** KAGA KUNIIKO; KOTO SATORU; DOI TAKESHI;  
ARAI HIDEMOTO; YOKOIE NAOSHI; SUGIYAMA  
YOICHI; MAKIMURA SHIGEO

**Applicant:** MITSUBISHI ELECTRIC CORP

**Classification:**

- international: **F28F3/06; F28F3/00; (IPC1-7): F28F3/06**

- european:

**Application number:** JP19940290176 19941124

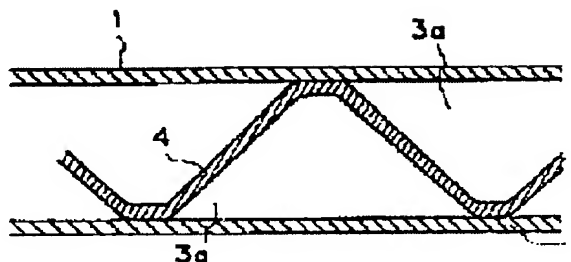
**Priority number(s):** JP19940290176 19941124

Report a data error here

### Abstract of JP8145587

**PURPOSE:** To improve the heat conductivity of a distance plate within a range wherein the temperatures of distance plates will never become uniform as a whole and increase a temperature exchanging efficiency by setting the overall heat transfer coefficient of the distance plate in accordance with the ventilating amount of air stream.

**CONSTITUTION:** A distance plate 4 forms an air passage 3a, for passing air stream between a plurality of partitioning plates 1 having a specified heat transfer characteristic, while the distance plate is laminated between respective partitioning plates 1 so as to have a wavy form so that the flow directions of air streams, which flow between respective partitioning plates 1, are intersected mutually with the flow of air streams, flowing between neighboring partitioning plates 1. The overall heat transfer coefficient of the distance plate 4 is set in accordance with the ventilating amount of air stream. In this case, the smaller flow rate between the flow rate of primary air and the flow rate of secondary air corresponds to the amount of ventilation of the air stream. Further, the overall heat transfer coefficient is the rate of heat conducted from one end of a member to the other end of the same. According to this method, the heat conductivity of the distance plate 4 is improved within a range wherein the temperatures of the distance plate 4 will never become uniform while a temperature exchanging efficiency can be increased.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-145587

(43) 公開日 平成8年(1996)6月7日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

F 2 8 F 3/06

識別記号

A

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願平6-290176

(22) 出願日

平成6年(1994)11月24日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 加賀 邦彦

尼崎市塚口本町八丁目1番1号 三菱電機株式会社中央研究所内

(72) 発明者 古藤 悟

尼崎市塚口本町八丁目1番1号 三菱電機株式会社中央研究所内

(72) 発明者 土井 全

中津川市駒場町1番3号 三菱電機株式会社中津川製作所内

(74) 代理人 弁理士 田澤 博昭 (外2名)

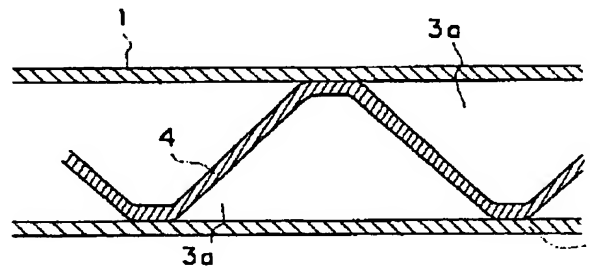
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱交換素子

(57) 【要約】

【目的】 間隔板の温度が全体として一様にならない範囲で間隔板の熱伝導を向上させ、温度交換効率が高い熱交換素子を得ることを目的とする。

【構成】 気流の換気量に応じて間隔板の熱通過率を設定するようにしたものである。



1 : 仕切板

3a : 風路

4 : 間隔板

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 伝熱特性を有する複数の平板状の仕切板と、上記各仕切板間に気流が流動する風路を形成するとともに、各仕切板間に流動する気流の方向が相互に隣接する仕切板間に流動する気流の方向と相互に交差するように、上記各仕切板間にそれぞれ積層された複数の波状の間隔板とを備えた熱交換素子において、上記気流の換気量に応じて上記間隔板の熱通過率を設定したことを特徴とする熱交換素子。

【請求項 2】 上記間隔板を所定の熱通過率を有する単一材料で構成したことを特徴とする請求項 1 記載の熱交換素子。

【請求項 3】 上記間隔板を所定の熱通過率を有する複合材料で構成したことを特徴とする請求項 1 記載の熱交換素子。

【請求項 4】 上記間隔板に金属繊維を混入して複合材料を構成したことを特徴とする請求項 3 記載の熱交換素子。

【請求項 5】 波状の部材の表面に伝熱特性を有する膜を被覆して上記間隔板を構成したことを特徴とする請求項 1 記載の熱交換素子。

【請求項 6】 複数の波状の部材を伝熱特性を有する膜を挟み込むように積層して上記間隔板を構成したことを特徴とする請求項 1 記載の熱交換素子。

【請求項 7】 上記膜を金属材料で構成し、その膜の厚みを所定値に設定したことを特徴とする請求項 5 または請求項 6 記載の熱交換素子。

【請求項 8】 上記間隔板にスリットを施したことを特徴とする請求項 1 記載の熱交換素子。

【請求項 9】 上記膜にスリットを施したことを特徴とする請求項 5 または請求項 6 記載の熱交換素子。

【請求項 10】 上記スリットを破線状に施したことを特徴とする請求項 8 または請求項 9 記載の熱交換素子。

【請求項 11】 上記間隔板又は膜に複数の破線状のスリットを互いに平行になるように施すとともに、各スリットの分断部が隣接するスリットの分断部と互い違いになるように施したことを特徴とする請求項 8 または請求項 9 記載の熱交換素子。

【請求項 12】 上記間隔板又は膜に複数のスリットを施すとともに、他のスリットと互いに交差するスリットを施したことを特徴とする請求項 8 または請求項 9 記載の熱交換素子。

【請求項 13】 上記各仕切板間に流動する気流の温度勾配が最大となる方向と垂直な方向に沿って上記スリット

$$e = (t_2 - t_1) / (T_1 - t_1) \quad \dots (1)$$

そして、式 (1) から分かるように、温度交換効率  $e$  が大きい程、2 次気流 B から 1 次気流 A に回収される熱量が大きくなるので、温度交換効率  $e$  が大きい程、熱交換素子の性能が高いと言える。

【0005】また、同一換気風量の条件下では、温度交

\* トを施したことを特徴とする請求項 8 または請求項 9 記載の熱交換素子。

【請求項 14】 上記各仕切板間に流動する気流の方向と垂直方向に上記間隔板を複数に分断するとともに、その分断された各帯状体の間隔板の波形が隣接する帯状体の間隔板の波形と一致しないように各帯状体の間隔板を配置したことを特徴とする請求項 1 から請求項 13 のうち何れか 1 項記載の熱交換素子。

【請求項 15】 上記間隔板の表面に保護膜を被覆したことを特徴とする請求項 1 から請求項 14 のうち何れか 1 項記載の熱交換素子。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、温度の異なる気体間で熱交換を行う空調装置等に用いられる熱交換素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図 29 は例えば特開平 6 - 1 0 9 3 9 5 号公報に示された従来の熱交換素子を示す斜視図であり、図において、1 は伝熱特性及び通気性を有する和紙などの材質で構成された平板状の仕切板、2 は各仕切板 1 間に気流が流動する風路 3 a、3 b を形成するとともに、各仕切板 1 間に流動する気流の方向が相互に隣接する仕切板 1 間に流動する気流の方向と相互に交差するように、各仕切板 1 間にそれぞれ積層された波状の間隔板である。また、3 a は 1 次気流 A が流動する風路、3 b は 2 次気流 B が流動する風路である。

【0003】次に動作について説明する。まず、間隔板 2 は、図 29 に示すように、各仕切板 1 間に積層する際、風路の向きが交互に交差するように積層されているので、1 次気流 A と 2 次気流 B がそれぞれ 1 層おきに熱交換素子に取り入れられるようになる。そして、1 次気流 A と 2 次気流 B の間には、温度差があるので顕熱の移動が起こる結果、1 次気流 A と 2 次気流 B の間で熱交換が行われることになる。また、仕切板 1 を水分透過性を有する材質にて構成した場合には、1 次気流 A と 2 次気流 B の間の湿度差に応じて、仕切板 1 を通じて水分の移動（潜熱の移動）が起こる。

【0004】ここで、熱交換素子の性能について説明する。熱交換素子の性能は、一般に、温度交換効率及び湿度交換効率によって表されるが、例えば、温度交換効率  $e$  は、1 次気流 A の入口温度を  $T_1$ 、2 次気流 B の入口温度及び出口温度をそれぞれ  $t_1$ 、 $t_2$  とすると、次式で表される。

$$e = (t_2 - t_1) / (T_1 - t_1) \quad \dots (1)$$

換効率  $e$  は、熱交換面積が大きいほど高く、具体的には、仕切板 1 と間隔板 2 から構成される風路 3 a、3 b の内壁と各気流の間の対流熱伝達率が大きいほど高くなる。因に、2 次気流 B から仕切板 1 に伝えられる顕熱は、仕切板 1 の表面から対流熱伝達によって 1 次気流 A

へ伝えられるが、その顕熱の一部は、熱伝導によって間隔板 2 に伝えられ、間隔板 2 の表面から対流熱伝達によって 1 次気流 A へ伝えられる。つまり、間隔板 2 は仕切板 1 上に立てられた拡大伝熱面としての役割を有してお\*

$$A_k = A_s + \phi \cdot A_s$$

ただし、 $A_s$  : 仕切板 1 の物理的表面積

$A_k$  : 間隔板 2 の物理的表面積

【0006】ここで、フィン効率  $\phi$  とは、実面積と伝熱に有効な面積との比を表すが、間隔板 2 の波状の斜辺の※

$$\phi = \frac{\tanh \{ L / 2 \times (2 \times H / k_k / d)^{0.5} \}}{\{ L / 2 \times (2 \times H / k_k / d)^{0.5} \}} \quad \dots (2)$$

【0007】従って、温度交換効率  $e$  を向上させるためには、式 (2) から明らかなように、間隔板 2 のフィン効率  $\phi$  を向上させて間隔板 2 の有効伝熱面積  $A_k$  を向上させる必要がある。そこで、この従来例では、間隔板 2 をアルミニウムやステンレスなどの金属箔で構成し (ただし、間隔板 2 には複数の仕切板 1 等が積層されるので、間隔板 2 は流路を保持のための強度部材としての機能も要求され、相応の強度を保持できる厚みを有する金属板となる)、間隔板 2 の熱伝導率  $k_k$  を向上させて 20 フィン効率  $\phi$  の向上を図っている。因に、図 30 は間隔板 2 の熱伝導率  $k_k$  と、フィン効率  $\phi$  及び有効伝熱面積  $A_k$  との関係を示す特性図であり、図 30 は熱伝導率  $k_k$  が向上すると、フィン効率  $\phi$  が向上するとともに、間隔板 2 の有効伝熱面積  $A_k$  が向上することを示している。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来の熱交換素子は以上のように構成されているので、間隔板 2 の熱伝導率  $k_k$  を向上させるべくフィン効率  $\phi$  の向上を図っている 30 が、間隔板 2 の強度を上げる必要から間隔板 2 を構成する金属箔が厚くなる結果、気流の換気量に対して間隔板 2 の熱伝導率  $k_k$  が必要以上に高くなってしまい、そのため、各気流の入口温度と出口温度の温度差が減少し、温度交換効率  $e$  が却って低下してしまうという問題点があった。

【0009】この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、間隔板の温度が全体として一様にならない範囲で間隔板の熱伝導を向上させ、温度交換 40 効率が高い熱交換素子を得ることを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項 1 の発明に係る熱交換素子は、気流の換気量に応じて間隔板の熱通過率を設定するようにしたものである。

【0011】請求項 2 の発明に係る熱交換素子は、間隔板を所定の熱通過率を有する単一材料で構成したものである。

【0012】請求項 3 の発明に係る熱交換素子は、間隔板を所定の熱通過率を有する複合材料で構成したもので 50

\*り、間隔板 2 の拡大伝熱面としての有効伝熱面積  $A_k$  は、下記に示すように、間隔板 2 のフィン効率  $\phi$  によって定まる。

... (2)

※長さを  $L$ 、間隔板 2 の厚みを  $d$ 、間隔板 2 の熱伝導率を  $k_k$ 、間隔板 2 と気流間の対流熱伝達率を  $H$  とすると、下記のように示すことができる。

ある。

【0013】請求項 4 の発明に係る熱交換素子は、間隔板に金属繊維を混入して複合材料を構成したものである。

【0014】請求項 5 の発明に係る熱交換素子は、波状の部材の表面に伝熱特性を有する膜を被覆して間隔板を構成したものである。

【0015】請求項 6 の発明に係る熱交換素子は、複数の波状の部材を伝熱特性を有する膜を挟み込むように積層して間隔板を構成したものである。

【0016】請求項 7 の発明に係る熱交換素子は、膜を金属材料で構成し、その膜の厚みを所定値に設定したものである。

【0017】請求項 8 の発明に係る熱交換素子は、間隔板にスリットを施したものである。

【0018】請求項 9 の発明に係る熱交換素子は、膜にスリットを施したものである。

【0019】請求項 10 の発明に係る熱交換素子は、スリットを破線状に施したものである。 30

【0020】請求項 11 の発明に係る熱交換素子は、間隔板又は膜に複数の破線状のスリットを互いに平行になるように施すとともに、各スリットの分断部が隣接するスリットに分断部と互い違いになるように施したものである。

【0021】請求項 12 の発明に係る熱交換素子は、間隔板又は膜に複数のスリットを施すとともに、他のスリットと互いに交差するスリットを施したものである。

【0022】請求項 13 の発明に係る熱交換素子は、各仕切板間に流動する気流の温度勾配が最大となる方向と垂直な方向に沿ってスリットを施したものである。

【0023】請求項 14 の発明に係る熱交換素子は、各仕切板間に流動する気流の方向と垂直方向に間隔板を複数に分断するとともに、その分断された各帯状体の間隔板の波形が隣接する帯状体の間隔板の波形と一致しないように各帯状体の間隔板を配置したものである。

【0024】請求項 15 の発明に係る熱交換素子は、間隔板の表面に保護膜を被覆したものである。

【0025】

【作用】請求項 1 の発明における熱交換素子は、気流の

換気量に応じて間隔板の熱通過率を設定したことにより、間隔板の温度が全体として一様にならない範囲で間隔板の熱伝導を向上させることができるようになる。

【0026】請求項2の発明における熱交換素子は、間隔板を所定の熱通過率を有する単一材料で構成したことにより、容易に間隔板を製造できるようになる。

【0027】請求項3の発明における熱交換素子は、間隔板を所定の熱通過率を有する複合材料で構成したことにより、材料の選択によって適宜熱通過率を調整できるようになる。

【0028】請求項4の発明における熱交換素子は、間隔板に金属繊維を混入して複合材料を構成したことにより、金属繊維の含有量によって適宜熱通過率を調整できるようになる。

【0029】請求項5の発明における熱交換素子は、波状の部材の表面に伝熱特性を有する膜を被覆して間隔板を構成したことにより、膜の厚さによって適宜熱通過率を調整できるようになる。

【0030】請求項6の発明における熱交換素子は、複数の波状の部材を伝熱特性を有する膜を挟み込むように積層して間隔板を構成したことにより、直接、膜を仕切板と接着する必要がなくなり、このため、仕切板との接着が容易な材料を用いて間隔板を製造でき、従って、仕切板と間隔板の接触熱抵抗を最小限に抑えられるようになる。

【0031】請求項7の発明における熱交換素子は、膜を金属材料で構成し、その膜の厚みを所定値に設定したことにより、間隔板の温度が全体として一様にならない範囲で間隔板の熱伝導を向上させることができるようになる。

【0032】請求項8の発明における熱交換素子は、間隔板にスリットを施したことにより、スリットが施された部分での熱移動がなくなる結果、間隔板の温度均一化が抑制される。

【0033】請求項9の発明における熱交換素子は、膜にスリットを施したことにより、スリットが施された部分での熱移動がなくなる結果、間隔板の温度均一化が抑制される。

【0034】請求項10の発明における熱交換素子は、スリットを破線状に施したことにより、間隔板の温度均一化を抑制しつつ、間隔板の強度を保持できるようになる。

【0035】請求項11の発明における熱交換素子は、\*

$$p_k = (k_k \times B_k) / l_k$$

ただし、 $k_k$ ：間隔板4の熱伝導率

$B_k$ ：間隔板4を流動する気流の流れ方向と垂直な方向の間隔板4の断面積

$l_k$ ：間隔板4を流動する気流の流れ方向と平行な方向の間隔板4の熱伝導長さ

【0041】次に動作について説明する。まず、間隔板

\* 間隔板又は膜に複数の破線状のスリットを互いに平行になるように施すとともに、各スリットの分断部が隣接するスリットの分断部と互い違いになるように施したことにより、間隔板における熱伝導距離が増大して熱伝導断面積が小さくなり、そのため、熱伝導による熱移動量が減少し、間隔板の温度均一化が抑制される。

【0036】請求項12の発明における熱交換素子は、間隔板又は膜に複数のスリットを施すとともに、他のスリットと互いに交差するスリットを施したことにより、熱遮断効果が複数の方向に対して有効となり、間隔板の温度均一化が抑制される。

【0037】請求項13の発明における熱交換素子は、各仕切板間に流動する気流の温度勾配が最大となる方向と垂直な方向に沿ってスリットを施したことにより、間隔板における熱移動を効率的に遮断できるようになり、間隔板の温度均一化が抑制される。

【0038】請求項14の発明における熱交換素子は、各仕切板間に流動する気流の方向と垂直方向に間隔板を複数に分断するとともに、その分断された各帯状体の間隔板の波形が隣接する帯状体の間隔板の波形と一致しないように各帯状体の間隔板を配置したことにより、間隔板の温度均一化を抑制できると同時に、間隔板と各気流間の対流熱伝達率を向上させることができるようになる。

【0039】請求項15の発明における熱交換素子は、間隔板の表面に保護膜を被覆したことにより、気流中の水分や酸化窒素などによる間隔板表面の腐食を防止できるようになる。

【0040】

【実施例】

実施例1. 以下、この発明の一実施例を図について説明する。図1はこの発明の実施例1による熱交換素子の一部を示す断面図であり、図において、従来のものと同一符号は同一又は相当部分を示すので説明を省略する。4は各仕切板1間に気流が流動する風路3a、3bを形成するとともに、各仕切板1間に流動する気流の方向が相互に隣接する仕切板1間に流動する気流の方向と相互に交差するように、各仕切板1間にそれぞれ積層された波状の間隔板であり、当該間隔板4は気流の換気量に応じて熱通過率 $p_k$ が設定されている。ここで、熱通過率とは、部材の一端から他端に熱が伝導される割合をいい、具体的には下記のように示される。

$$\dots (4)$$

4の熱伝導率 $k_k$ が向上すると、上述したように、間隔板4のフィン効率 $\phi$ が向上するとともに、間隔板4の有効伝熱面積 $A_k$ が向上して、熱交換素子の温度交換効率 $e$ が向上する。しかしながら、気流の換気量（1次気流Aの流量と2次気流Bの流量のうち、少ない方の流量が気流の換気量に相当する）に対して間隔板4の熱伝導率

$k_k$  (熱通過率  $p_k$ ) が必要以上に高くなってしまい、間隔板4の温度が全体として一様になってしまい、即ち、間隔板4の温度が部位を問わず均一化されてしまい、そのため、各気流の入口温度と出口温度の温度差が減少し、温度交換効率  $e$  が却って低下してしまう不具合が生じる。

【0042】因に、図2は間隔板4の無次元熱通過率 (熱通過率  $p_k$  を気流の換気量、気体の比熱及び密度で除算した値) と、無次元熱通過率が  $10^{-3}$  のときの温度交換効率で規格化された温度交換効率  $e^*$  の関係を示すグラフ図であり、無次元熱通過率が0.001以上になると温度交換効率  $e$  が急激に減少していくのを示している。

【0043】従って、所定値以上の温度交換効率  $e$  を有する熱交換素子を得るためには、やみくもに間隔板4の\*

$$C_p W_1 (\partial T_{k1} / \partial x) + M_k H (T_s - T_{k1}) + \phi M_k H (T_{k1} - T_{k2}) = 0 \quad \dots (5)$$

・2次気流Bについての微分方程式

$$C_p W_2 (\partial T_{k2} / \partial y) + M_k H (T_s - T_{k2}) + \phi M_k H (T_{k2} - T_{k1}) = 0 \quad \dots (6)$$

ただし、 $C_p$  : 比熱

$W_1$  :  $x$  軸に垂直な単位断面積を通過する1次気流Aの流量

$W_2$  :  $y$  軸に垂直な単位断面積を通過する2次気流Bの流量

$T_{k1}$  : 1次気流Aの温度

$T_{k2}$  : 2次気流Bの温度

$T_s$  : 仕切板1の温度

※  $T_{k1}$  : 1次気流A側の間隔板4の温度

$T_{k2}$  : 2次気流B側の間隔板4の温度

$M_k$  : 単位体積あたりの仕切板1の伝熱面積

$M_k$  : 単位体積あたりの間隔板4の伝熱面積

$H$  : 対流熱伝達率

$\phi$  : フィン効率

【0046】(2) 間隔板4

・1次気流A (1次側) についての微分方程式

$$k_k \{ D_{kx1} (\partial^2 T_{k1} / \partial x^2) + D_{ky1} (\partial^2 T_{k1} / \partial y^2) \} + H_{k1} M_{k1} (T_s - T_{k1}) + \phi M_k H (T_{k1} - T_{k2}) = 0 \quad \dots (7)$$

・2次気流B (2次側) についての微分方程式

$$k_k \{ D_{kx2} (\partial^2 T_{k2} / \partial x^2) + D_{ky2} (\partial^2 T_{k2} / \partial y^2) \} + M_{k2} H_{k2} (T_s - T_{k2}) + \phi M_k H (T_{k2} - T_{k1}) = 0 \quad \dots (8)$$

ただし、 $k_k$  : 間隔板4の熱伝導率

$D_{kx1}$  :  $x$  軸に垂直な単位面積内に含まれる1次側間隔板の熱伝導断面積

$D_{kx2}$  :  $x$  軸に垂直な単位面積内に含まれる2次側間隔板の熱伝導断面積

$D_{ky1}$  :  $y$  軸に垂直な単位面積内に含まれる1次側間隔板の熱伝導断面積

★  $D_{ky2}$  :  $y$  軸に垂直な単位面積内に含まれる2次側間隔板の熱伝導断面積

$M_{k1}$  : 単位体積内に存在する間隔板4-仕切板1接触面積

40  $H_{k1}$  : 間隔板4-仕切板1接触部の接触熱伝達率

【0047】(3) 仕切板1についての微分方程式

$$k_s D_s \{ (\partial^2 T_s / \partial x^2) + (\partial^2 T_s / \partial y^2) \} + M_{k1} H \{ (T_{k1} - T_s) + (T_{k2} - T_s) \} + M_{k2} H_{k2} \{ (T_{k1} - T_s) + (T_{k2} - T_s) \} = 0 \quad \dots (9)$$

ただし、 $k_s$  : 仕切板1の熱伝導率

$D_s$  :  $x$  軸に垂直な単位面積内に含まれる仕切板の熱伝導断面積

【0048】このようにして、5つの微分方程式 (5)

～(9)を設定すると、図3に示すように、ロスナイエレメントを微小なボリュームに分割する。そして、上記5つの微分方程式 (5)～(9)を差分化して代数方程式を求め、各ボリュームについて代数方程式を連立させ

ることにより、各ボリュームの温度 $T_{s1}$ 、 $T_{s2}$ 、 $T_s$ 、 $T_{k1}$ 、 $T_{k2}$ （ボリューム内では温度が一定であるとす  
る）を求め、全体の温度分布を解析する。

\*と、上記5つの微分方程式(5)～(9)から、それぞれ下記の代数方程式を得ることができる。

(1) 空気

【0049】因に、ボリューム(m, n)に着目する \* ・ 1次気流Aについての代数方程式

$$C_p W_1 S (T_{s1(m-1, n)} - T_{s1(m, n)}) + M_s H (T_{s(m, n)} - T_{s1(m, n)}) + \phi M_k H (T_{k1(m, n)} - T_{s1(m, n)}) = 0 \quad \dots (10)$$

・ 2次気流Bについての代数方程式

$$C_p W_2 S (T_{s2(m-1, n)} - T_{s2(m, n)}) + M_s H (T_{s(m, n)} - T_{s2(m, n)}) + \phi M_k H (T_{k2(m, n)} - T_{s2(m, n)}) = 0 \quad \dots (11)$$

ただし、S：ボリューム(m, n)のx軸に垂直な断面 10※【0050】(2) 間隔板4

の断面積

※ ・ 1次気流A(1次側)についての代数方程式

$$k_k S \{ D_{kx1} (T_{k1(m-1, n)} - 2T_{k1(m, n)} + T_{k1(m+1, n)}) / \Delta x^2 + D_{ky1} (T_{k1(m-1, n)} - 2T_{k1(m, n)} + T_{k1(m, 1, n)}) / \Delta y^2 \} + H_{k1} M_{k1} (T_{s(m, n)} - T_{k1(m, n)}) + \phi M_k H (T_{s1(m, n)} - T_{k1(m, n)}) = 0 \quad \dots (12)$$

・ 2次気流B(2次側)についての代数方程式

$$k_k S \{ D_{kx2} (T_{k2(m-1, n)} - 2T_{k2(m, n)} + T_{k2(m+1, n)}) / \Delta x^2 + D_{ky2} (T_{k2(m-1, n)} - 2T_{k2(m, n)} + T_{k2(m, 1, n)}) / \Delta y^2 \} + H_{k2} M_{k2} (T_{s(m, n)} - T_{k2(m, n)}) + \phi M_k H (T_{s2(m, n)} - T_{k2(m, n)}) = 0 \quad \dots (13)$$

【0051】(3) 仕切板1についての代数方程式

$$k_s D_s S \{ (T_{s(m-1, n)} - 2T_{s(m, n)} + T_{s(m+1, n)}) / \Delta x^2 + (T_{s(m, n-1)} - 2T_{s(m, n)} + T_{s(m, n+1)}) / \Delta y^2 \} + M_s H \{ (T_{s1(m, n)} - T_{s(m, n)}) + (T_{s2(m, n)} - T_{s(m, n)}) \} + M_{k1} H_{k1} \{ (T_{k1(m, n)} - T_{s(m, n)}) + (T_{k2(m, n)} - T_{s(m, n)}) \} = 0 \quad \dots (14)$$

【0052】このようにして、各ボリュームの温度 $T_{s1}$ 、 $T_{s2}$ 、 $T_s$ 、 $T_{k1}$ 、 $T_{k2}$ が求まると、1次気流Aの入口温度 $T_1$ 、2次気流Bの入口温度 $t_1$ 及び出口温度 $t_2$ が知り得るので、上述した式(1)より熱交換素子の温度交換効率 $e$ を求めることができる。従って、式(1)より求める温度交換効率 $e$ が所定値以上になるように、各気流の流量 $W_1$ 、 $W_2$ （換気量）及び間隔板4の熱伝導率 $k_k$ （熱通過率 $p_k$ ）を適宜設定して式(10)～(13)に代入し、温度交換効率 $e$ が所定値以上になるまで、上記計算を繰り返し行う。

【0053】そして、最後に、上記計算により温度交換効率 $e$ を所定値以上にできる間隔板4の熱通過率 $p_k$ が得られると、その熱通過率 $p_k$ を有する金属材料（例えば、アルミニウム、ステンレス合金）で間隔板4を構成し、熱交換素子を製造する。

【0054】以上より、この実施例1によれば、気流の換気量に応じて間隔板の熱通過率 $p_k$ を設定するので、間隔板4の温度が全体として一様にならない範囲で間隔板4の熱伝導を向上させることができるようになる結果、温度交換効率 $e$ が高い熱交換素子が得られる効果がある。

【0055】因に、図4は気流の換気量を400 m<sup>3</sup> / h、温度交換効率を76%とした場合において、間隔板4の熱通過率を変更することによって熱交換素子の体積

を小型化できる割合（間隔板4を和紙等の材質で構成した場合を基準とする）を示すグラフ図であり、例えば、熱交換素子の体積を70%以下にするためには、間隔板4の熱通過率を0.03～3.0 (W/K) の範囲に設定すれば足りる旨を示している。

【0056】実施例2. 上記実施例1では、間隔板4を金属材料（単一材料）で構成したもののについて示したが、間隔板4を複合材料で構成してもよく、上記実施例1と同様の効果を奏することができる。なお、間隔板4を複合材料で構成する場合、耐腐食性、積層時の形状保持と流路形成のための強度を材料自身に付与することが可能であるため、信頼性が向上するとともに、保護膜付加などの製造工程を省くことができる。また、複合材料を適宜選択によって容易に熱通過率を調整することもできる。

【0057】因に、複合材料の具体例としては、図5に示すように、金属混抄紙で構成された間隔板6に金属繊維7をすき込むことによって間隔板を構成してもよい。この場合、金属繊維7の含有量を適宜調整することによって、間隔板の熱通過率 $p_k$ を調整することができ、間隔板の温度が全体として一様にならない範囲で間隔板の熱伝導を向上させることができる。なお、金属繊維7の代わりに金属粉をすき込んでも同様の効果が得られる。

【0058】実施例3. 上記実施例1では、金属材料



(単一材料)で構成したものについて示したが、図6に示すように、和紙等の材質で構成された間隔板8の表面に伝熱特性を有するアルミニウムなどの金属膜9を被覆して間隔板を構成してもよく、上記実施例1と同様の効果を奏することができる。この場合、金属膜9の厚みを適宜調整することによって、間隔板の熱通過率 $p_t$ を調整することができ、間隔板の温度が全体として一樣にならない範囲で間隔板の熱伝導を向上させることができる。

【0059】因に、間隔板8の強度を考慮して、間隔板8の厚みを100~150 $\mu\text{m}$ 程度にし、76%の温度交換効率 $e$ を確保するためには、金属膜9をアルミニウムで構成した場合、金属膜9の厚みとしては10 $\mu\text{m}$ 程度とするのが適当である。なお、上記実施例3では、間隔板8を和紙等の材質で構成したものについて示したが、紙以外の材質、例えば、塩化ビニール等の樹脂やプラスチックなどの材質を用いて構成してもよいことはいうまでもない。

【0060】ここで、間隔板8の表面にアルミニウムなどの金属膜9を被覆する方法を数通り簡単に説明する。まず、第1の方法としては、図7に示すような装置を用いることによって金属膜9を被覆することができる。即ち、ローラ12を回転させることによって、アルミニウム箔11の表面に接着剤13(例えば、スチレンとアクリル酸エステルの共重合樹脂を主成分とするエマルジョンタイプの接着剤)を塗布し、接着剤13の塗布量を塗布量調整器14で調整する。そして、接着剤13が塗布されたアルミニウム箔11を、ローラ16によって加工紙15に圧着し、アルミニウム箔11が圧着された加工紙を間隔板17とするものである。なお、第1の方法では、アルミニウム箔11に接着剤13を塗布したが、非水溶性接着剤を用いる場合には、水分を吸収して伸長するようなことはないので、加工紙15に接着剤を塗布するようにしてもよい。

【0061】次に、第2の方法としては、図8に示すような装置を用いることによって金属膜9を被覆することができる。即ち、ローラ12を回転させることによって、加工紙15を液状の熱伝導特性がある塗布液18の内に浸し、加工紙15の表面に塗布液18を膜状に付着させる。そして、塗布液18の付着量を付着量調整器19が調整し、塗布液18が付着された加工紙を間隔板17とするものである。

【0062】次に、第3の方法としては、図9に示すような装置を用いることによって金属膜9を被覆することができる。即ち、図示せぬローラによって加工紙15を移動させつつ、スプレー20が塗布液18を加工紙15の表面の噴霧することによって、加工紙15の表面に塗布液18を膜状に塗布するものである。

【0063】次に、第4の方法としては、図10に示すような装置を用いることによって金属膜9を被覆するこ

とができる。即ち、ローラを回転させることによって、加工紙15を熱伝導特性がある溶液(例えば、鍍金液)を満たした鍍金槽21の内に所定時間浸すことによって、加工紙15の表面に金属膜を形成させるものである。因に、溶液の濃度や浸す時間を調整することによって金属膜の厚みを調整することができる。

【0064】最後に、第5の方法としては、図11に示すような装置を用いることによって金属膜9を被覆することができる。即ち、加工紙15を圧力の低い真空チャンバー22に挿入し、図示せぬローラによって加工紙15を移動させつつ、炉23によって膜材料を加熱することにより膜材料を蒸発させる。そして、その蒸発させた膜材料を加工紙15に凝縮させることにより、加工紙15の表面に金属膜を形成するものである。

【0065】実施例4. 上記実施例3では、間隔板8の片面に金属膜9を被覆したものについて示したが、図12に示すように、間隔板8の両面に金属膜9を被覆するようにしてもよく同様の効果を奏する。なお、間隔板8の両面に金属膜9を被覆した場合、金属膜9が仕切板1と接触する面積が金属膜9を片面に被覆する場合に比べて増加するので、熱通過率 $p_t$ が大きくなる。

【0066】実施例5. 上記実施例4では、間隔板8の両面に金属膜9を一様に被覆するものについて示したが、図13に示すように、間隔板8の表面に金属膜9を断片的に被覆するようにしてもよく同様の効果を奏する。なお、間隔板8の表面に金属膜9を断片的に被覆するようにした場合、移動熱量を増加させたい部分に限り金属膜9を被覆すればよく、最小のコストで熱輸送能力の向上を図ることができる。

【0067】実施例6. 上記実施例3、4では間隔板8の表面に金属膜9を被覆するものについて示したが、図14に示すように、2つの間隔板8の間に金属膜9を挟み込むようにして間隔板を構成してもよく同様の効果を奏する。上記実施例3の場合、仕切板1と間隔板8の接触部分は、紙とアルミニウムの接着になるので、酢酸ビニル系接着剤を用いると不良が生じて接触熱抵抗の増大を招き、間隔板8のフィン効率 $\phi$ を十分に向上させることができない場合があるが、この実施例6では、仕切板1と間隔板8の接触部分は、紙と紙(同質材料)の接着になるので、接着が容易になり、接着不良による接触熱抵抗の増大を防止することができる。従って、間隔板8のフィン効率 $\phi$ を十分に向上させることができる。なお、この場合の紙の厚みの適正值は、紙の厚みの合計値である(100~150 $\mu\text{m}$ 程度)。

【0068】実施例7. 上記実施例1~5では、間隔板を金属材料で構成し、あるいは、間隔板の表面に金属膜9を被覆するものについて示したが、図15及び図16に示すように、さらに間隔板の表面にアルミナ膜等の保護膜10を被覆してもよい。これにより、アルミニウムの腐食による性能劣化を防止することができ、信頼性の



高い熱交換素子を得ることができる。なお、この実施例 7 では、アルミナ膜で被覆するものについて示したが、防食性を有するニトロセルローズ等の樹脂やポリエチレン膜を被覆してもよく同様の効果を奏する。

【0069】実施例 8. 図 17 はこの発明の実施例 8 による熱交換素子の一部を示す斜視図であり、図において、31 は間隔板 4 に施されたスリットである。次に動作について説明する。上記実施例 1 では、間隔板 4 を金属材料で構成し、間隔板 4 の温度が全体として一様にならない範囲で、従来のものより間隔板 4 の熱伝導率  $k_1$  を向上させるものについて説明したが、この実施例 8 は、図 17 に示すように、間隔板 4 の波状形状の尾根線に沿った方向（間隔板 4 が形成する風路を流動する気流の方向）にスリット 31 を施すことにより、その気流の方向と垂直方向（図 17 参照）に伝導する熱を遮断するようにしたものである。従って、この実施例 8 によれば、上記実施例 1 よりも金属材料の厚みを厚くして間隔板 4 の熱伝導率  $k_1$  を高くしても、間隔板 4 の温度均一化現象の発生を防止できるため、さらに温度交換効率  $e$  を向上させることができる。なお、この実施例 8 では、

尾根線に沿った方向にスリット 31 を施したものについて示したが、尾根線に対して角度を持った方向にスリット 31 を施してもよく同様の効果を奏する。また、この実施例 8 では、スリット 31 を直線状に施したものについて示したが、曲線または折れ線状にスリット 31 を施してもよく同様の効果を奏する。

【0070】実施例 9. 上記実施例 8 では、気流の方向と垂直方向に伝導する熱を完全に遮断するため、間隔板 4 をスリット 31 によって分離するものについて示したが、間隔板 4 の強度を向上させるため、図 18 に示すように、スリット 31 によって間隔板 4 を分離せずに間隔板 4 の厚みを局所的に薄くして、局所的に熱通過率  $p_1$  を小さくするようにしてもよい。これにより、上記気流の方向と垂直方向に伝導する熱を完全には遮断することができなくなるが、局所的な熱通過率  $p_1$  の低下に伴う伝導する熱量の低減によって間隔板 4 の温度均一化現象を抑えつつ、間隔板 4 の強度を向上させることができる。

【0071】実施例 10. 上記実施例 8 では、気流の方向と垂直方向に伝導する熱を完全に遮断するため、間隔板 4 をスリット 31 によって分離するものについて示したが、間隔板 4 の強度を向上させるため、図 19 に示すように、スリット 31 を破線状に施すことにより間隔板 4 を分離させずに、局所的に熱通過率  $p_1$  を小さくするようにしてもよい。これにより、上記気流の方向と垂直方向に伝導する熱を完全には遮断することができなくなるが、局所的な熱通過率  $p_1$  の低下に伴う伝導する熱量の低減によって間隔板 4 の温度均一化現象を抑えつつ、間隔板 4 の強度を向上させることができる。

【0072】実施例 11. 上記実施例 10 では、間隔板

4 の各山に 1 本の破線状のスリット 31 を施したものについて示したが、図 20 に示すように、各山に複数の破線状のスリット 31 を互いに平行になるように施すとともに、各スリット 31 の分断部 31a が隣接するスリット 31 の分断部 31a と互い違いになるように施してもよい。これにより、伝熱経路が直線状でなくなるため（図 20 の矢印を参照）、実質的に熱伝導距離が増大する結果、局所的に熱通過率  $p_1$  が小さくなり、上記実施例 10 よりも更に確実に間隔板 4 の温度均一化現象を抑えることができる。

【0073】実施例 12. 上記実施例 8～11 では、間隔板 4 の尾根線に沿った方向にスリット 31 を施したもののについて示したが、図 21 に示すように、尾根線に沿った方向に複数のスリット 31 を施すとともに、他のスリット 31 と互いに交差するスリット 32 を施すようにしてもよい。これにより、気流の方向と垂直方向の熱遮断に限らず、複数の方向に対して熱遮断されるようになり、上記実施例 8～11 よりも更に確実に間隔板 4 の温度均一化現象を抑えることができる。

【0074】実施例 13. 上記実施例 8～11 では、間隔板 4 の尾根線に沿った方向にスリット 31 を施したもののについて示したが、図 22 に示すように、気流の温度勾配が最大になる方向と垂直な方向に沿ってスリット 31 を施すようにしてもよい。具体的に説明すると、1 次気流 A と 2 次気流 B の流量が等しい場合、間隔板 4 の温度は、図 23 に示すように、1 次気流 A の方向と 2 次気流 B の方向とのなす角の二等分線 33 と平行な方向において概等しくなるので、その二等分線 33 と垂直な方向 34 が気流の温度勾配が最大になる。そして、熱伝導は、当然、気流の温度勾配が最大となる方向 34（二等分線 33 と垂直な方向）に最も効率よく伝導するので、気流の温度勾配が最大となる方向 34 と垂直な方向にスリット 31 を施せば、最も効率よく間隔板 4 の温度均一化現象を抑えることができる。そこで、この実施例 13 では、図 22 に示すように、気流の温度勾配が最大となる方向 34 に沿ってスリット 31 を施すようにしたものである。

【0075】実施例 14. 上記実施例 13 では、1 次気流 A と 2 次気流 B の流量が等しい場合について示したが、1 次気流 A と 2 次気流 B の流量が等しくない場合には、下記の要領でスリット 31 を施せばよい。即ち、1 次気流 A の流量を  $W_A$ 、2 次気流 B の流量を  $W_B$  とすると、図 24 (b) に示すように、1 次気流 A の流量  $W_A$  に反比例した大きさ ( $1/W_A$ ) を有するとともに、1 次気流 A の流れ方向と同一の方向を有するベクトル 35 と、2 次気流 B の流量  $W_B$  に反比例した大きさ ( $1/W_B$ ) を有するとともに、2 次気流 B の流れ方向と逆の方向を有するベクトル 36 との和の方向 37 において、間隔板 4 における気流の温度勾配が最大になる。従って、1 次気流 A と 2 次気流 B の流量が等しくない場合には、

気流の温度勾配が最大となる方向 37 と垂直な方向 38 に沿ってスリット 31 を施せばよく（図 24 (a) 参照）、上記実施例 13 と同様の効果を奏する。

【0076】実施例 15. 上記実施例 8~14 では、間隔板 4 にスリット 31 を施すものについて示したが、間隔板 8 に被覆した金属膜 9 にスリット 31 を施してもよく、上記実施例 8~14 と同様の効果を奏する。金属膜 9 にスリット 31 を施した一例を図 25、図 26 に示す。

【0077】実施例 16. 図 27 はこの発明の実施例 16 による熱交換素子の一部を示す斜視図であり、図において、41 は各仕切板 1 間に流動する気流の方向と垂直方向に間隔板 4 を分断して形成された帯状体の間隔板であり、各帯状体の間隔板 41 の波形が、隣接する他の帯状体の間隔板 41 の波形と一致しないように、各帯状体の間隔板 41 が配置されている。

【0078】この実施例 16 によれば、間隔板が気流の方向と垂直方向に分断されているので、気流の方向に添った方向についても熱の伝導を防止することができ、上記実施例よりも更に確実に間隔板の温度均一化現象を抑えることができる。また、間隔板の表面に形成される空気の温度境界層は、各帯状体の間隔板 41 の風上側の先端部で非常に薄くなるので、間隔板表面の対流熱伝達率が向上し、熱輸送能力が増大する効果も得ることができる。

【0079】なお、各帯状体の間隔板 41 の配置方法としては、図 27 に示すように、複数個おきに尾根線が一致するように配置するのが望ましい。因に、熱交換素子の風路の水力等価直径を  $D$ 、各帯状体の間隔板 41 の気流の方向に沿った長さを  $L$ 、帯状体の間隔板 41 の尾根線が  $n$  個おきに一致するとすれば、熱伝達率の促進効果が得られる  $n$  の値と、熱伝達向上率  $H/H_0$  の関係は図 36 に示す通りとなる。

【0080】実施例 17. 上記実施例 1~16 では、仕切板 1 を和紙などの材質で構成し、間隔板の熱通過率を気流の換気量に応じて設定するものについて示したが、仕切板 1 についても間隔板と同様に、気流の換気量に応じて熱通過率を設定すれば、仕切板 1 の温度が全体として一様にならない範囲で仕切板 1 の熱伝導を向上させることができるようになり、上記実施例 1~16 より更に温度交換効率  $e$  を向上させることができる。

【0081】

【発明の効果】以上のように、請求項 1 の発明によれば、気流の換気量に応じて間隔板の熱通過率を設定するように構成したので、間隔板の温度が全体として一様にならない範囲で間隔板の熱伝導を向上させることができるようになり、温度交換効率を向上させることができる効果がある。

【0082】請求項 2 の発明によれば、間隔板を所定の熱通過率を有する単一材料で構成したので、高い温度交

換効率を得ることができる間隔板を容易に製造できる効果がある。

【0083】請求項 3 の発明によれば、間隔板を所定の熱通過率を有する複合材料で構成したので、材料の選択によって熱通過率を容易に調整できるとともに、間隔板の強度を容易に向上させることができる効果がある。

【0084】請求項 4 の発明によれば、間隔板に金属繊維を混入して複合材料を構成したので、金属繊維の含有量によって熱通過率を容易に調整できる効果がある。

【0085】請求項 5 の発明によれば、波状の部材の表面に伝熱特性を有する膜を被覆して間隔板を構成したので、膜の厚さによって熱通過率を容易に調整できる効果がある。

【0086】請求項 6 の発明によれば、複数の波状の部材を伝熱特性を有する膜を挟み込むように積層して間隔板を構成したので、直接、膜を仕切板と接着する必要がある結果、仕切板との接着が容易な材料を用いて間隔板を製造できるようになり、従って、仕切板と間隔板の接触熱抵抗を最小限に抑えられるため、フィン効率の高い間隔板を製造できる効果がある。

【0087】請求項 7 の発明によれば、膜を金属材料で構成し、その膜の厚みを所定値に設定するように構成したので、間隔板の温度が全体として一様にならない範囲で間隔板の熱伝導を向上させることができるようになり、その結果、温度交換効率が向上する効果がある。

【0088】請求項 8 の発明によれば、間隔板にスリットを施すように構成したので、スリットが施された部分での熱移動がなくなる結果、間隔板の温度均一化が抑制され、高い温度交換効率が得られる効果がある。

【0089】請求項 9 の発明によれば、膜にスリットを施すように構成したので、スリットが施された部分での熱移動がなくなる結果、間隔板の温度均一化が抑制され、高い温度交換効率が得られる効果がある。

【0090】請求項 10 の発明によれば、スリットを破線状に施すように構成したので、間隔板の温度均一化を抑制しつつ、間隔板の強度を保持できる効果がある。

【0091】請求項 11 の発明によれば、間隔板又は膜に複数の破線状のスリットを互いに平行になるように施すとともに、各スリットの分断部が隣接するスリットの分断部と互い違いになるように施した構成にしたので、間隔板における熱伝導距離が増大して熱伝導断面積が小さくなる結果、熱伝導による熱移動量が減少して、間隔板の温度均一化が抑制され、高い温度交換効率が得られる効果がある。

【0092】請求項 12 の発明によれば、間隔板又は膜に複数のスリットを施すとともに、他のスリットと互いに交差するスリットを施すように構成したので、熱遮断効果が複数の方向に対して有効となり、確実に間隔板の温度均一化が抑制される効果がある。

【0093】請求項 13 の発明によれば、各仕切板間に

流動する気流の温度勾配が最大となる方向と垂直な方向に沿ってスリットを施すように構成したので、間隔板における熱移動を効率的に遮断できるようになり、確実に間隔板の温度均一化が抑制される効果がある。

【0094】請求項14の発明によれば、各仕切板間に流動する気流の方向と垂直方向に間隔板を複数に分断するとともに、その分断された各帯状体の間隔板の波形が隣接する帯状体の間隔板の波形と一致しないように各帯状体の間隔板を配置するように構成したので、間隔板の温度均一化を抑制できると同時に、間隔板と各気流間の対流熱伝達率を向上させることができる効果がある。

【0095】請求項15の発明によれば、間隔板の表面に保護膜を被覆するように構成したので、気流中の水分や酸化窒素などによる間隔板表面の腐食を防止できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施例1による熱交換素子の一部を示す断面図である。

【図2】 間隔板の無次元熱通過率と温度交換効率の関係を示すグラフ図である。

【図3】 ロスナイエレメントを微小なボリュームに分割した状態を示す平面図である。

【図4】 間隔板の熱通過率を変更することによって熱交換素子の体積を小型化できる割合を示すグラフ図である。

【図5】 この発明の実施例2による熱交換素子の一部を示す断面図である。

【図6】 この発明の実施例3による熱交換素子の一部を示す断面図である。

【図7】 間隔板の表面に金属膜を被覆する膜被覆装置を示す構成図である。

【図8】 間隔板の表面に金属膜を被覆する膜被覆装置を示す構成図である。

【図9】 間隔板の表面に金属膜を被覆する膜被覆装置を示す構成図である。

【図10】 間隔板の表面に金属膜を被覆する膜被覆装置を示す構成図である。

【図11】 間隔板の表面に金属膜を被覆する膜被覆装置を示す構成図である。

【図12】 この発明の実施例4による熱交換素子の一部を示す断面図である。

\*【図13】 この発明の実施例5による熱交換素子の一部を示す断面図である。

【図14】 この発明の実施例6による熱交換素子の一部を示す断面図である。

【図15】 この発明の実施例7による熱交換素子の一部を示す断面図である。

【図16】 この発明の実施例7による熱交換素子の一部を示す断面図である。

【図17】 この発明の実施例8による熱交換素子の一部を示す斜視図である。

【図18】 この発明の実施例9による熱交換素子の一部を示す斜視図である。

【図19】 この発明の実施例10による熱交換素子の一部を示す斜視図である。

【図20】 この発明の実施例11による熱交換素子の一部を示す斜視図である。

【図21】 この発明の実施例12による熱交換素子の一部を示す斜視図である。

【図22】 この発明の実施例13による熱交換素子の一部を示す斜視図である。

【図23】 各気流と温度勾配の関係を示す温度分布図である。

【図24】 各気流と温度勾配の関係を示す温度分布図である。

【図25】 この発明の実施例15による熱交換素子の一部を示す斜視図である。

【図26】 この発明の実施例15による熱交換素子の一部を示す斜視図である。

【図27】 この発明の実施例16による熱交換素子の一部を示す斜視図である。

【図28】 熱伝達率の促進効果が得られる $n$ の値と、熱伝達向上率 $H/H_0$ の関係を示すグラフ図である。

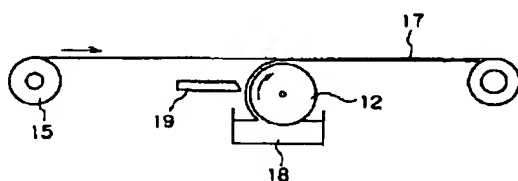
【図29】 従来の熱交換素子を示す斜視図である。

【図30】 間隔板の熱伝導率とフィン効率の関係を示す特性図である。

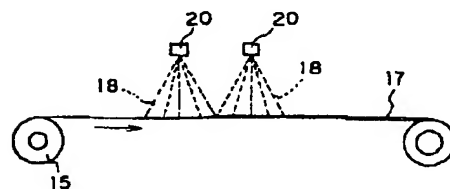
【符号の説明】

1 仕切板、3a, 3b 風路、4, 8 間隔板、7 金属繊維、9 アルミニウム(膜)、10 アルミナ膜(保護膜)、31, 32 スリット、31a 分断部、34 温度勾配が最大となる方向、41 帯状体の間隔板。

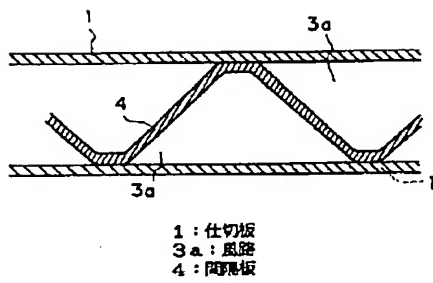
【図8】



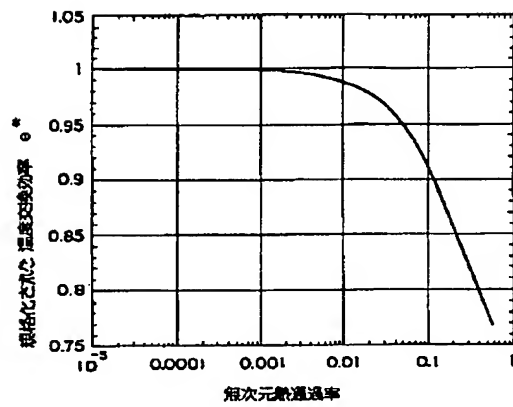
【図9】



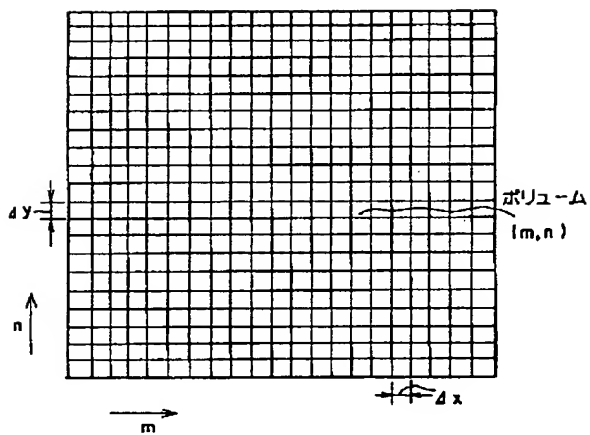
【図1】



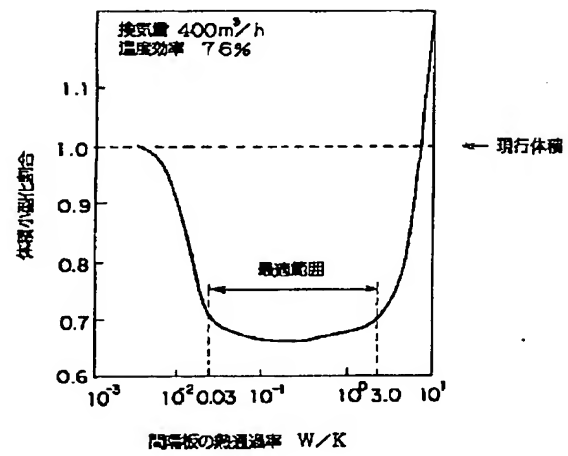
【図2】



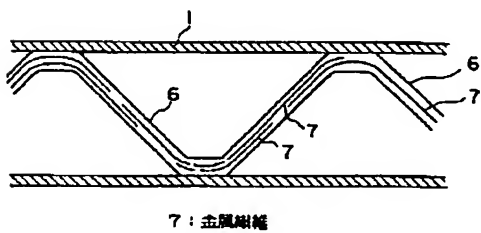
【図3】



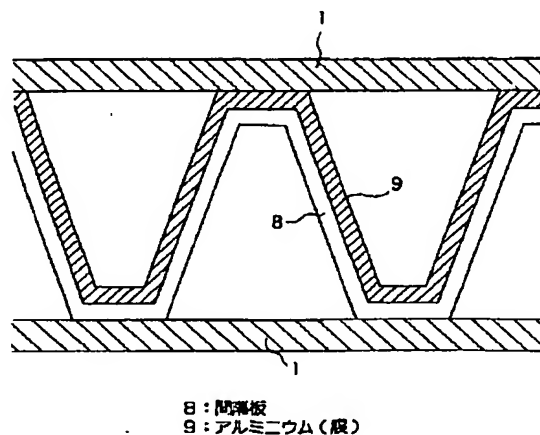
【図4】



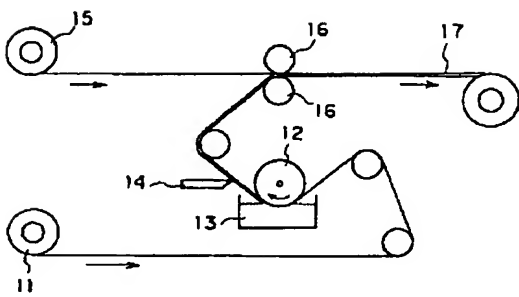
【図5】



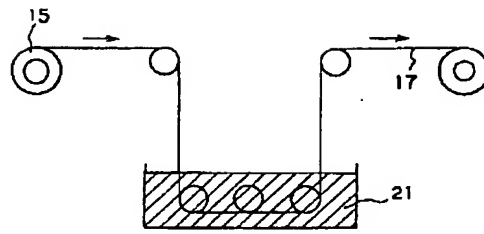
【図6】



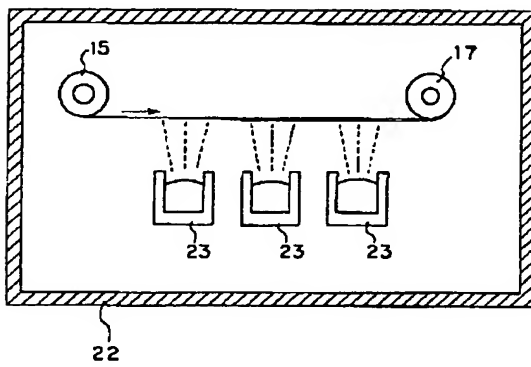
【図7】



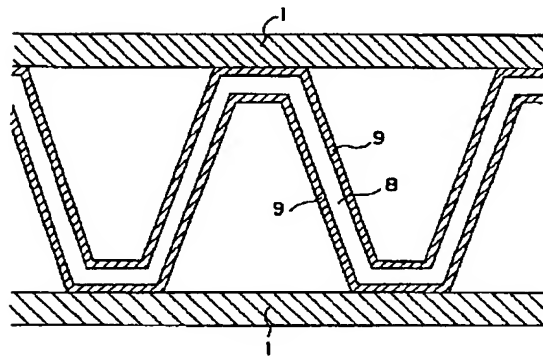
【図10】



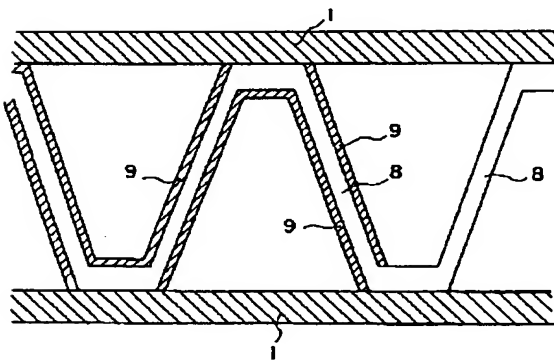
【図11】



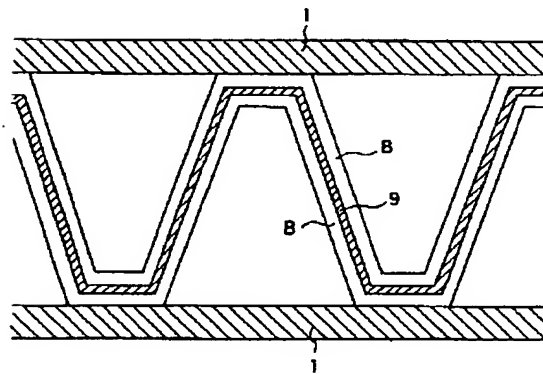
【図12】



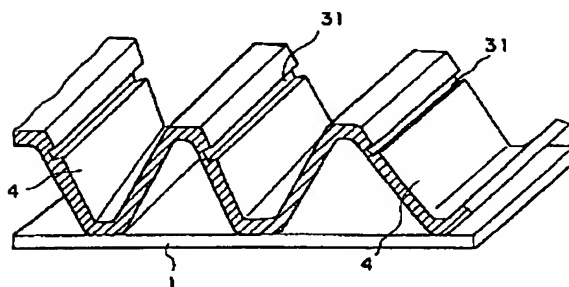
【図13】



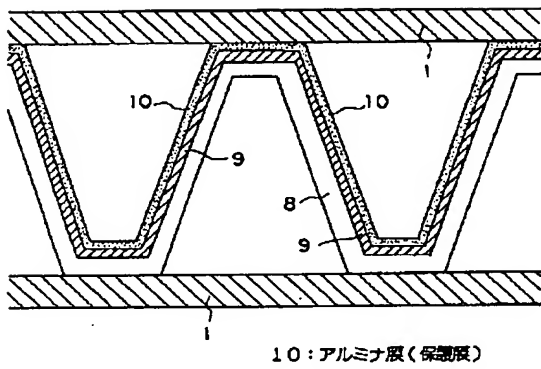
【図14】



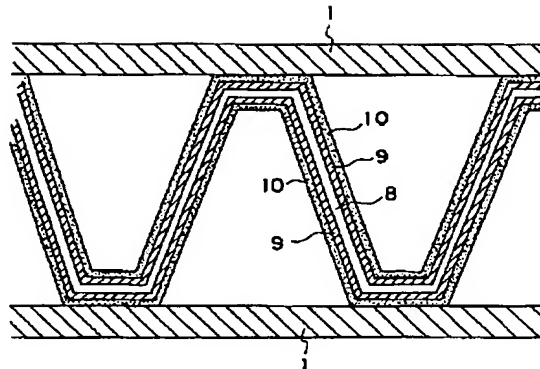
【図18】



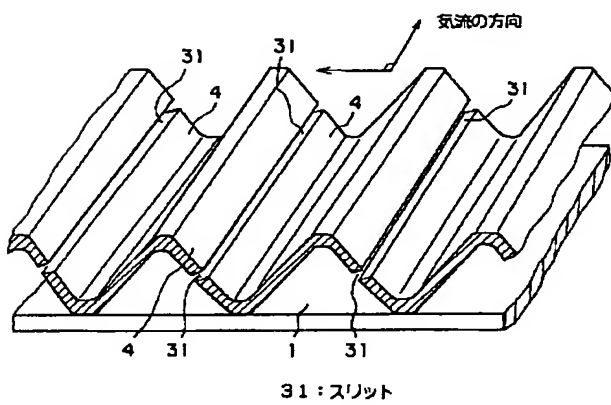
【図15】



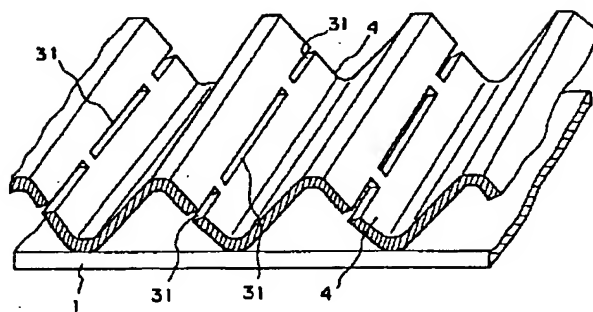
【図16】



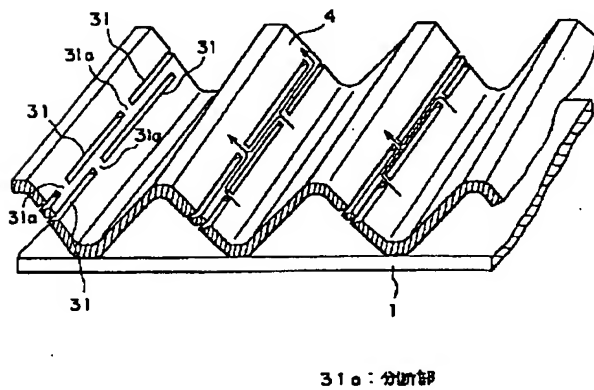
【図17】



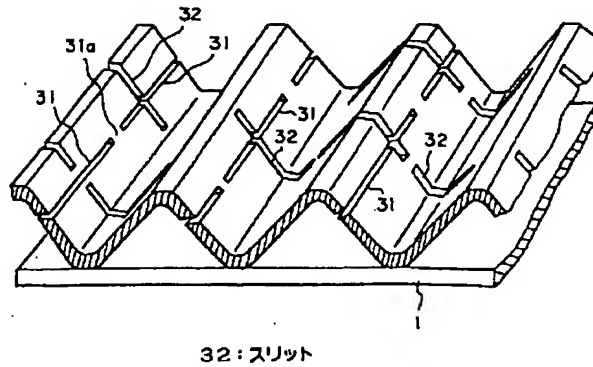
【図19】



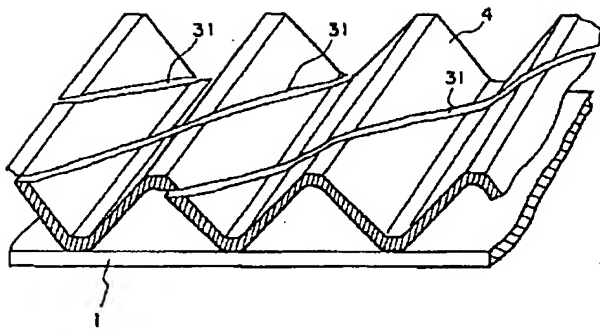
【図20】



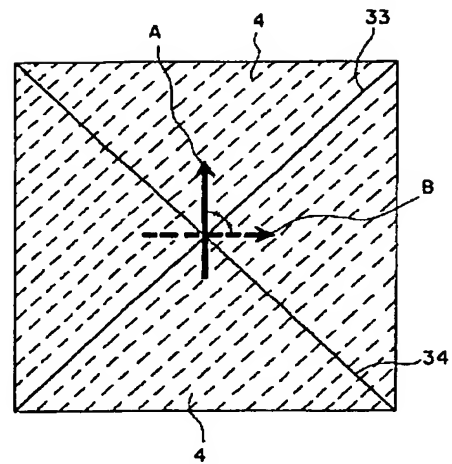
【図21】



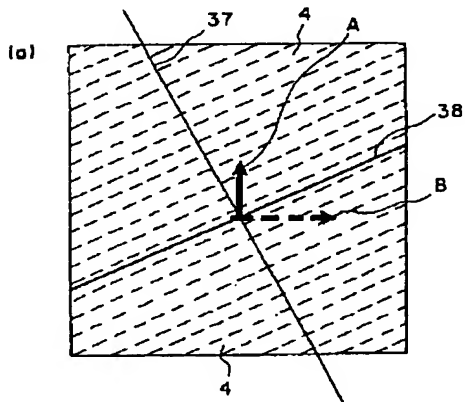
【図22】



【図23】

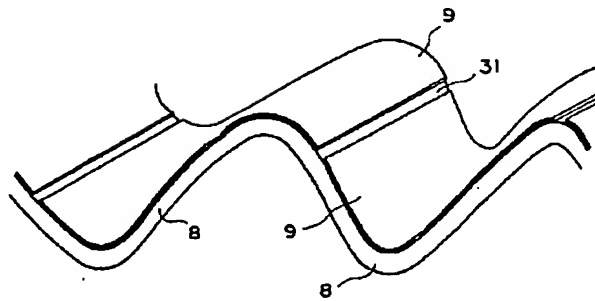


【図24】

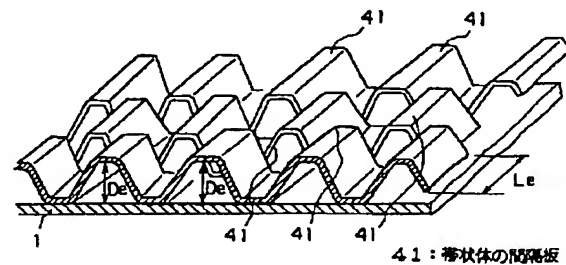


34: 温度勾配が最大となる方向

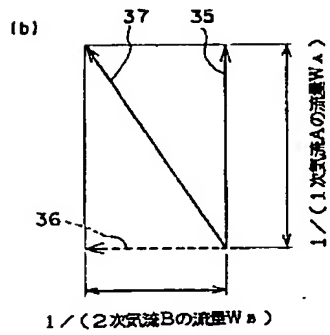
【図25】



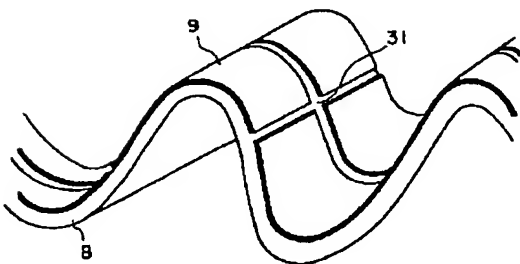
【図27】



41: 棒状体の間隔板

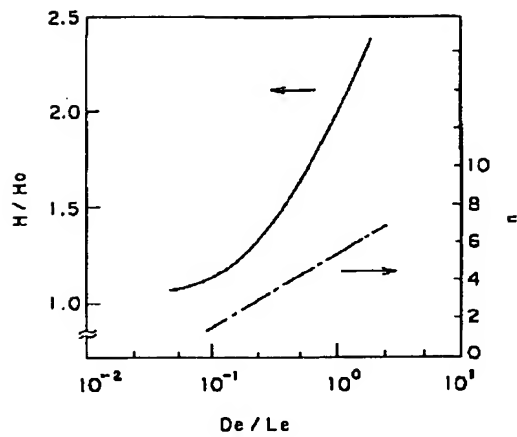


【図26】

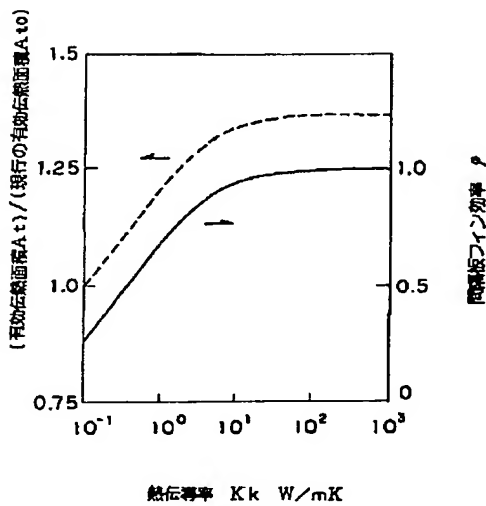




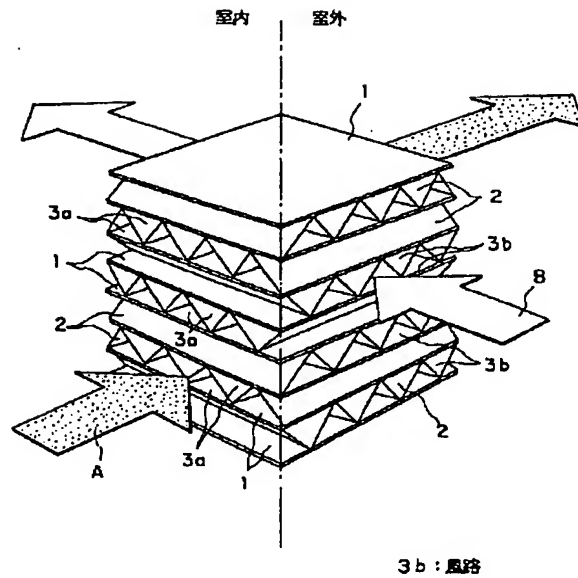
【図 28】



【図 30】



【図 29】



3b: 風路

フロントページの続き

(72)発明者 荒井 秀元  
 中津川市駒場町 1 番 3 号 三菱電機株式会  
 社中津川製作所内  
 (72)発明者 横家 尚士  
 中津川市駒場町 1 番 3 号 三菱電機株式会  
 社中津川製作所内

(72)発明者 杉山 陽一  
 中津川市駒場町 1 番 3 号 三菱電機株式会  
 社中津川製作所内  
 (72)発明者 牧村 繁夫  
 中津川市駒場町 1 番 3 号 三菱電機株式会  
 社中津川製作所内